

カーボンニュートラルとBeyond 5G

野村総合研究所
研究理事 コンサルティング事業本部副本部長

桑津 浩太郎



1. 2030年をめざす次世代携帯とカーボンニュートラル

第5世代携帯電話（5G）の普及が本格化してから、3年近くが経過し、欧米の研究機関を中心に次世代の携帯電話、Beyond 5Gを目指したコンセプト研究の成果がお披露目され始めた。日本においてもNTTドコモ社を筆頭にNICTなどの研究機関が、Beyond 5Gに向けた研究活動を本格化している。

若干のずれは生じるかもしれないが、2030年頃が、Beyond 5Gの商用化のターゲットとされており、2000年頃の3Gから数えて、4回目の世界的なネットワーク更新が期待されている。

一方、SDGsと並行して、脱炭素（カーボンニュートラル）の世界的な潮流も急加速している。温室効果ガスの排出抑制、再生可能エネルギーへの転換、やむを得ず排出された温室効果ガスの回収など、社会、産業全般で、これまでとは大きく異なる仕組み、制度が本格的に導入されることとなる。単なるエネルギー源の転換だけでなく、自国のエネルギー構成において再生可能エネルギー比率が低い場合、カーボンニュートラルに対応できていないと評価され、カーボンニュートラル対応地域には、たとえ環境にやさしい電気自動車であっても輸出が制限されるといったペナルティも想定されるなど、厳しい対応が求められることになる。

2. ネットワークそのもののカーボンニュートラル対応

現在の第4世代携帯電話（4G）においても、ネットワークが消費するエネルギー

ギーに関する問題意識は各所から指摘が始まっていた。スマホを筆頭に、各方面で利用が拡大するネットワーク、また、その接続先であるデータセンターは、大量のサーバーやストレージを稼働させており、膨大なエネルギーを消費している。加えて、半導体技術の進展とネットワークの大規模化、高速化によって、ネットワークを流れる通信量は毎年40%近い伸びを示しており、当然のことながら、付随するエネルギー消費量も増大を続けている。厳密な把握は困難であるものの、北米におけるデータセンターや通信ネットワークなどの電力消費量は2025年には全電力消費の20%に近づく^と推定されており、このままの勢いでエネルギー消費を増加させることは環境にとっても無視できない脅威といえる。通信やICT産業も、自動車や交通、素材製造などと同様、環境対応をミッションとすることが求められる産業となったわけである。

当然、デジタルの先導役かつ基盤ともいえる携帯電話の新たな世代移行においても、消費エネルギーの抑制が強く求められることとなった。省電力対応の半導体や光ファイバー技術だけでなく、電波放射における無駄の排除やエネルギー効率に優れた伝送方式など、ネットワークの構成要素だけでなく、利用の変化を先取りしてエネルギー消費を抑制するようなネットワーク運用からのアプローチも求められている。

通信事業者視点においても、ネットワーク設備へのエコ対応技術の採用だけでなく、クリーンエネルギーの優先的な購入に加えて、クリーンエネルギーそのものの創出、環境貢献に直接、関与することが期待されている。対応は広範囲に及び、植林、太陽光発電などの設備設置、さらには水力発電などの大規模施設とデータセンター、通信設備の併設といったかなり踏み込んだ動きも計画されている。通信事業者は、エネルギー産業にとっての大きな顧客から、自身もエネルギーの供給（当初は自給）にコミットした存在へとシフトしていくと考えられる。

3. カーボンニュートラルと、これまでの都市との相違

カーボンニュートラルにおいては、さまざまな再生可能エネルギーの活用が想定されているが、代表的な太陽光、水力、風力や潮汐^{ちようせき}などに注目すると、これまでの温暖化ガス発生エネルギーに比較して、エネルギー生産拠点は、より

分散することとなり、人の居住がまばらである地域にも拡大していくことが指摘されている。原子力を例外として都市全体を支えるような巨大なエネルギー関連施設から広範囲の地域にエネルギーを分配するのではなく、山間僻地や海岸、砂漠などの人口が密集していない地域から、広く薄くエネルギーを生み出す形が予想される。この仕組み自体もIoTなどでネットワークによる支援を必要とするわけだが、エネルギー消費を効率化するには、これまでのような大規模な都市への集中ではなく、郊外や地域都市に分散した人口配置の方が再生可能エネルギーの活用に適しているという主張が欧州を中心に増えてきた。これは、18世紀以降の都市への人口集中、都市の大規模化とは異なる流れと考えられる。

4. Beyond 5Gの方向性(1) 人口3,000万超都市への対応

2030年頃と予測されるBeyond 5G導入は、当初、現在の5Gの量的、質的進化を前提としていた。具体的には、5Gの1,000倍近い通信速度、ネットワーク収容端末数（密度）も100倍以上、そのために、より余裕のある高い周波数帯の活用などが該当する。この考え方は、過去30年近くの携帯電話の世代交代の流れを基本的に踏襲するものである。

そして、その背景には、より多くの人々、さらには町や都市を対象としたIoTなどを受け止める社会基盤として、量的、質的拡大を進化の最優先目的とする考え方がある。

実際、都市の大規模化は急速に進んでおり、2030年代には人口3,000万都市圏がアジアやアフリカを中心に大量に登場してくることが予想されている。これらの大都市は、東京やロンドンのように300年近くをかけて、交通、エネルギーや塵芥処理などの都市インフラと、そのための運用体制を整えてきた伝統的な大都市群とは異なり、100年未満の期間で、歴史上、例を見ない大規模都市圏を構築していくことになる。20世紀までの縦割りの都市インフラ整備対応ではなく、スマートシティの発展形としてIoTなどによるデータ収集とAIにもとづいた都市管理、運用システムの支援がなければ、円滑な都市管理、あんしん・安全の実現は困難と予想される。5Gを筆頭とした通信ネットワークは、都市のスマートシティ化のための必須条件である。

繰り返しになるが、たくさんの人が集まることによる知的活動や産業集積の形成をデジタルが後押しすることで、より広範囲かつ高レベルのパフォーマンスが実現されるというメカニズムである。いい換えれば、世界の発展は大都市が牽引し、そのためには多くの人の集まりを支える社会基盤が必要となり、その筆頭が10年ごとに進化する携帯電話ネットワークといえる。

5. Beyond 5Gの方向性(2) 人口30万都市への最適化

カーボンニュートラルは、人と産業の集積による規模と密度を組み合わせ、最大化するというこれまでの大都市重視アプローチに対して、別の切り口を提示している。デンマークやフィンランドなど、少なからぬ北欧の都市群は、高い再生可能エネルギー比率やMaaSに代表される公共交通の見直し、再生可能エネルギーの啓蒙・普及などで主導的な位置にあるが、それらの都市群は、人口規模100万に満たない中規模都市である。彼らは、再生可能エネルギーが地理的に分散する傾向にあることを強調し、社会、産業構造も大都市集中ではな

図表1 ● Beyond 5Gの2つの方向

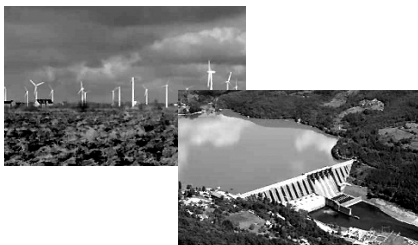
■ これまでは大都市化をデジタルが支え、デジタルは集中のメリットを享受してきた。

- 多くの人々が集中する場所でデジタル化が進んだ。
- 通信ネットワークは、新幹線同様、地域の人材を仮想的に集中させる作用。



■ カーボンニュートラルは、地域でのエネルギー地産地消の優先度が高い。

- 大都市ではなく、人口30万都市が、より効果的、効率的にカーボンニュートラル対応できるという認識。
- 過剰な集中は地産地消をゆがめる。教育、医療、金融などのインフラはネットの全国広域と地域密着を両立させる。
- 過疎地域での交通、郵便局、コンビニ、医療、教育機関などのインフラも、無人化とネットワークを取り込む。



出所：野村総合研究所

く、エネルギーの地産地消を前提とした分散構造、まばらな居住との親和性を高めるべき、と主張している。大都市の目安が3,000万とすると、カーボンニュートラルの最適都市は30万というのが、その目安となる（図表1）。

そして、通信ネットワークは30万都市だけでなく、人が居住しない沿海（風力発電や潮汐・潮流発電など）や山岳・砂漠地域（太陽光発電など）への対応が同時に求められることになる。これは、人を起点としてきた通信ネットワーク設計の大前提を見直すということにつながる。すでにIoTの頃から兆候が見られた人視点でのARPU¹最適化とは異なるビジネスモデルへの対応も求められるということである。

実際、Beyond 5Gは、衛星や僻地対応などを標準化の対象範囲にも含める方向での検討が始まっており、これまでの高帯域周波数と高速化対応一本槍とは異なるネットワークをめざす可能性が高まってきた。高速・大容量な次世代基盤は必要であるが、同時にエネルギーに配慮したエコ対応、中低速なオプションも多数提供することで、多様なネットワークのエコシステムがBeyond 5Gとなる可能性も無視できない状況である。

そして、通信事業者は、これまでの人と都市の受け皿としての大都市だけでなく、人のいない再生エネルギー基盤、まばらな居住環境などを前提とした社会、産業基盤（たとえば僻地の無人バスなど）への対応が強く求められる。携帯電話の標準化、世代移行におけるBeyond 5Gの変化は、そのまま、通信事業者の求められる役割の変化、特に社会課題対応への、より深いコミットが求められていく流れを、先取りするものと考えられる。

注

1 ARPU (Average Revenue Per User) は加入者1人当たりの月間平均収入のこと。